

DERWENT-ACC-NO: 1996-031268  
DERWENT-WEEK: 199604  
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Multi-directional orientation layer useful in LCD system, e.g. to increase shock resistance of book-shelf geometry - made by coating substrate with linear photo-polymer and/or oligomer and exposure to linear polarised light under different azimuth angles

INVENTOR: BOEHM, E; FINKENZELLER, U

PATENT-ASSIGNEE: MERCK PATENT GMBH[MERE]

PRIORITY-DATA: 1994DE-4420585 (June 13, 1994)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
DE 4420585 A1	December 14, 1995	N/A	008	G02F 001/1337
EP 765492 A1	April 2, 1997	G 000		
WO 9534843 A1	December 21, 1995	G	021	G02F 001/1337

G02F 001/1337

DESIGNATED-STATES: DE GB US AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LU MC  
NL PT SE

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
DE 4420585A1	N/A	1994DE-4420585	June 13, 1994
EP 765492A1	N/A	1995EP-0921812	June 2, 1995
EP 765492A1	N/A	1995WO-EP02096	June 2, 1995
EP 765492A1	Based on	WO 9534843	N/A
WO 9534843 A1	N/A	1995WO-EP02096	June 2, 1995

INT-CL (IPC): B29C071/04; C08J003/28 ; G02F001/1337

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 4420585A

BASIC-ABSTRACT: Prodn. of multidirectional orientation layers comprises applying a photocurable precursor of the layer, which contain linear photo-polymer( s) and/or oligomer(s), to a substrate, followed by exposure to linear polarised light under 2 or more different azimuth angles phi. Also claimed is the multidirectional orientation layer per se.

USE - The layer is used for making electro-optical liquid crystal (LC) systems

(claimed) or in micro-optics, integrated optics, optical sensors, discrete thermometers (twisted nematic cells in which the pitch length and twist change with temp.) etc.

ADVANTAGE - This method gives several continuous orientation lines, which extend over the entire display without further structuring, in contrast to a known mask technique for producing pixels with varying twist. In displays with 2 bistable states (bookshelf geometry), bidirectional orientation layers increase the resistance to mechanical shock. Thermometers displaying e.g. 10 transitions can be made with suitable dopant concns. Completely new displays are also possible.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.0/0

TITLE-TERMS:

MULTI DIRECTION ORIENT LAYER USEFUL LCD SYSTEM INCREASE SHOCK  
RESISTANCE BOOK

SHELF GEOMETRY MADE COATING SUBSTRATE LINEAR PHOTO POLYMER  
OLIGOMER EXPOSE

LINEAR POLARISE LIGHT AZIMUTH ANGLE

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 44 20 585 A 1**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 02 F 1/1337**  
C 08 J 3/28  
B 29 C 71/04  
// C 08 F 2/48

21 Aktenzeichen: P 44 20 585.6  
22 Anmeldetag: 13. 6. 94  
43 Offenlegungstag: 14. 12. 95

DE 44 20 585 A 1

71 Anmelder:  
Merck Patent GmbH, 64293 Darmstadt, DE

72 Erfinder:  
Finkenzeller, Ulrich, Dipl.-Phys. Dr., 68723  
Plankstadt, DE; Böhm, Edgar, Dipl.-Ing., 64347  
Griesheim, DE

THE BRITISH LIBRARY  
18 JAN 1996  
SCIENCE REFERENCE AND  
INFORMATION SERVICE

54 **Elektrooptisches System**

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung multi-  
direktionaler Orientierungsschichten, bei dem ein photohärt-  
barer Precursor der Orientierungsschicht, welcher eine oder  
mehrere, im wesentlichen lineare Photopolymere und/oder  
-oligomere enthält, auf ein Substrat aufgebracht und nach-  
folgend mit linear polarisiertem Licht unter 2 oder mehr  
verschiedenen Azmutwinkeln  $\varnothing$  beaufschlagt wird, sowie  
multidirektionale Orientierungsschichten, welche nach die-  
sem Verfahren erhältlich sind.

DE 44 20 585 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein elektrooptisches System, enthaltend eine Flüssigkristallschicht zwischen zwei Substraten, welche mit Elektroden- und darüber angeordneten Orientierungsschichten versehen sind.

Elektrooptische Flüssigkristallssysteme erfordern üblicherweise eine Randorientierung der Moleküle. Hierzu wird auf die mit Elektrodensschichten und ggf. weiteren Schichten wie z. B. Farbfilterschichten, Isolierschichten, Ausgleichsschichten usw. versehenen Substrate eine Orientierungsschicht aufgebracht, die direkt mit der Flüssigkristallschicht in Kontakt steht und den Flüssigkristallmolekülen ihre molekulare Orientierung als Vorzugsrichtung aufzwingt.

Man kann unterscheiden zwischen planarer (auch als homogen bezeichneter) und homeotroper Orientierung, wobei die Vorzugsrichtung um einen Anstell- oder Tiltwinkel gegen die Substratebene bzw. gegen die Normale der Substratebene verkippt (getiltet) sein kann; im ersteren Fall spricht man von getiltet-planarer Orientierung, während man den letzteren Fall als getiltet-homeotrop bezeichnet. Je nach Größe des Verkipfungswinkels unterscheidet man weiter zwischen low-tilt- und high-tilt-Orientierung.

Zur Erzeugung der Orientierungsschichten sind sowohl anorganische als auch organische Materialien vorgeschlagen worden.

So ist es z. B. möglich, getiltet-planare Orientierungsschichten durch Bedampfen des Substrates mit SiO in einer Vakuumkammer zu erzeugen. Dabei wird eine planare Orientierung erhalten, wenn die Verdampfungsquelle einen Winkel von etwa 30° mit der Substratebene bildet; wenn die SiO-Verdampfungsquelle hingegen unter einem streifenden Winkel bezüglich der Substratebene angeordnet ist, kommt es dagegen zur Ausbildung einer high-tilt-Orientierungsschicht.

Die bei der industriellen Fertigung von elektrooptischen Flüssigkristalldisplays z. Z. gebräuchlichste Methode besteht darin, daß auf das Substrat eine dünne Polymerschicht aufgebracht wird, die anschließend unter Druckanwendung z. B. mit einem auf einer Walze aufgespannten Tuch oder ähnlichen Materialien gerieben wird, wodurch die Vorzugsrichtung festgelegt und ein Tilt-Winkel induziert wird. Es können verschiedene Polymermaterialien wie z. B. Polyvinylalkohol (PVA) oder Polyimide verwendet werden, wobei letztere wegen ihrer guten chemischen und thermischen Stabilität sehr gebräuchlich sind.

Bei einem typischen Verfahren wird ein Polyimidfilm auf das mit Elektrodensschichten und ggf. weiteren Schichten versehene Substrat z. B. durch Spin-Goating in einer dünnen Schicht von z. B. 30–100 nm aufgebracht und bei 150–250°C gehärtet. Dann wird die Schicht ggf. wiederholt in dieselbe Richtung mit einem Baumwolltuch o. ä. bei einem Andruck von z. B. 5–25 kg/cm<sup>2</sup> gerieben.

Mit Polyimid-Orientierungsfilmern werden getiltet-planare Orientierungsfilme erhalten, wobei der Tiltwinkel typischerweise 1–8° oder mehr beträgt.

Homeotrope Oberflächenorientierungen können z. B. durch Beschichten mit Polyimiden, Lecithin oder quarternären Ammoniumverbindungen erhalten werden; weiterhin sind auch Chrom-Komplexe oder Silanverbindungen vorgeschlagen worden. Eine getiltet-homeotrope Orientierung kann z. B. erhalten werden durch Reiben einer homeotropen Orientierungsschicht oder durch Aufbringen oberflächenaktiver Substanzen auf eine planar-getiltete Orientierungsschicht.

Schadt et al. schlagen in Jpn. J. Appl. Phys. 31(1992) 2155 vor, orientierte Photopolymerbeschichtungen als Orientierungsschichten zu verwenden, wobei diese i. d. eine planare oder low-tilt-Orientierung induzieren. Zur Herstellung der orientierten Photopolymerbeschichtungen werden Photopolymere wie z. B. Poly(vinyl-4-methoxycinnamat) auf ein mit einer Elektrode versehenes Substrat aufgebracht und anschließend mit linear polarisiertem Licht bestrahlt.

Als Anwendung orientierter Photopolymerbeschichtungen wird von Schadt et al. u. a. ein Hybridflüssigkristalldisplay vorgeschlagen, welches Pixel mit unterschiedlichen Twist-Werten des Flüssigkristalls aufweist. Diese Hybriddisplays werden durch Anwendung einer Maskentechnik unter Änderung der Polarisationsrichtung des zur Härtung des photopolymerisierbaren Materials verwendeten linear-polarisierten Lichts erhalten.

Die bisher in der Literatur beschriebenen Orientierungsschichten erfüllen die sehr unterschiedlichen Anforderungen, die bei deren Verwendung in elektrooptischen Flüssigkristalldisplays gestellt werden, nicht immer in befriedigendem Umfang.

Der vorliegenden Erfindung lag daher die Aufgabe zugrunde, neue Orientierungsschichten anzugeben und damit die Palette der dem Fachmann verfügbaren Orientierungsschichten zu vergrößern. Weiterhin lag der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, neue elektrooptische Flüssigkristallssysteme anzugeben, welche derartige Orientierungsschichten enthalten. Weitere Aufgaben der vorliegenden Erfindung entnimmt der Fachmann der nachfolgenden detaillierten Beschreibung.

Es wurde gefunden, daß diese Aufgaben durch die Bereitstellung der erfindungsgemäßen Orientierungsschichten sowie der erfindungsgemäßen elektrooptischen Flüssigkristallssysteme, welche derartige Orientierungsschichten enthalten, gelöst werden.

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung multidirektionaler, d. h. zwei oder mehr Vorzugsrichtungen aufweisender Orientierungsschichten, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß ein photohärtbarer Precursor der Orientierungsschicht auf ein Substrat aufgebracht und nachfolgend mit linear polarisiertem Licht unter 2 oder mehr verschiedenen Azimutwinkeln  $\Phi$  beaufschlagt wird. Dabei kann die Belichtung alternierend bei den entsprechenden Azimutwinkeln oder auch zeitgleich bei Einstrahlung von Licht mit zwei oder mehr Vorzugsrichtungen der linearen Polarisation erfolgen. Gegenstand der Erfindung sind weiter multidirektionale Orientierungsschichten sowie elektrooptische Flüssigkristallssysteme, enthaltend eine Flüssigkristallschicht zwischen 2 Substraten, welche mit Elektroden- und darüber angeordneten Orientierungsschichten versehen sind, wobei zumindest eine der Orientierungsschichten multidirektional orientiert ist.

Zur Erzeugung der multidirektionalen Orientierungsschicht wird der Precursor der photohärtbaren Orientie-

rungsschicht auf ein Substrat aufgebracht.

Das Substrat hat vorzugsweise eine ebene Oberfläche und kann aus verschiedenen Materialien wie z. B. Metall, Glas, Quarzglas oder Kunststoff bestehen, wobei transparente Substrate bevorzugt sind. Besonders bevorzugt sind mit Elektroden beschichtete Substrate, wobei die Elektrodenbeschichtungen z. B. aus strukturiertem oder unstrukturiertem Zinnoxid oder Indium-Zinnoxid (ITO) bestehen können und insbesondere auch aktive Schaltelemente wie z. B. TFT's (thin film transistor) oder MIM's (metal-insulator-metal) aufweisen können. Die mit Elektroden beschichteten und nachfolgend mit multidirektionalen Orientierungsschichten versehenen Substrate können zur Herstellung elektrooptischer Flüssigkristallelemente verwendet werden, welche statisch, passiv, aktiv oder auch nach dem sogenannten In-plane switching-Verfahren (DE 40 00 451) angesteuert werden können.

Die Substrate können neben der multidirektionalen Orientierungsschicht und der Elektrodenschicht auch noch weitere Beschichtungen wie z. B. Farbfilterbeschichtungen, als Diffusionsbarrieren wirkende Separatorschichten etc. aufweisen, wobei die Reihenfolge dieser Beschichtungen weitgehend frei gewählt werden kann. Lediglich die multidirektionale Orientierungsschicht bildet in aller Regel die äußerste Schicht, die dann in dem elektrooptischen Flüssigkristalldisplay direkt mit dem zu orientierenden Flüssigkristall in Kontakt steht.

Der Precursor der photohärtbaren Orientierungsschicht enthält eine oder mehrere Photopolymere oder -oligomere, welche im wesentlichen linear sind und deren Polymerisationsgrad vorzugsweise mindestens 5, insbesondere mindestens 10 und ganz besonders mindestens 20 beträgt. Der Begriff Photopolymere oder -oligomere bezeichnet photoreaktive Verbindungen, wobei diese die photoreaktive Gruppe entweder selbst enthalten oder aber mit photoreaktiven Zusätzen wie z. B. photoreaktiven Vernetzern reagieren.

Die Forderung, daß die photopolymerisierbaren Oligomere oder Polymere eine im wesentlichen lineare Struktur aufweisen sollen, rührt daher, daß die multidirektionalen Orientierungsschichten 2 oder mehr eindimensionale Vorzugsrichtungen aufweisen, die den stäbchenförmigen Flüssigkristallmolekülen eine Vorzugsrichtung aufzwingen. Bei Verwendung von im wesentlichen linearen Photooligomeren oder -polymeren ist die spätere Struktur der multidirektionalen Orientierungsschicht im Precursor schon vorgebildet. Durch die Bestrahlung mit linear polarisiertem Licht wird eine gerichtete Crosslinking-Reaktion induziert, wodurch die Photooligomere oder -polymere unter einer im wesentlichen parallelen Orientierung miteinander verknüpft werden. Dadurch wird ein mikroskopisches Array von eindimensionalen, parallelen Vorzugsrichtungen erzeugt, welches zur Randorientierung der Flüssigkristallmoleküle dient.

Die Crosslinking-Reaktion kann auf verschiedene Weise durchgeführt werden. So ist es z. B. möglich, daß der Precursor der Orientierungsschicht neben im wesentlichen linearen Photooligomeren und/oder -polymeren bifunktionelle, photoreaktive Zusätze wie z. B. Bisazide enthält. Als Beispiel sei die Umsetzung von Polydienen mit 4-alkyl-2,5-bis(p-azidobenzal)cyclohexanon genannt, welches eine maximale Absorption bei 365 nm aufweist.

Die Crosslinking-Reaktion kann weiter auf der Verknüpfung photopolymerisierbarer Gruppen beruhen, welche in den im wesentlichen linearen Photooligomeren und/oder -polymeren des Precursors der Orientierungsschicht enthalten sind. Dabei können die photopolymerisierbaren Gruppen sowohl in den im wesentlichen linearen Photooligomeren oder -polymeren des Precursors der Orientierungsschicht angeordnet sein (Hauptkettenverbindungen) oder sich aber auch in Seitengruppen befinden, welche seitlich an die im wesentlichen linearen Photooligomere oder -polymere angeheftet sind (Seitenkettenverbindungen). Daneben können natürlich auch photopolymerisierbare Verbindungen verwendet werden, welche photopolymerisierbare Gruppen in Haupt- und Seitenkettenverknüpfung enthalten.

Besonders bevorzugt sind Seitenkettenverbindungen, bei denen benachbarte Photopolymere und/oder -oligomere über in den Seitengruppen befindliche photopolymerisierbare Gruppen verknüpft werden.

Das Polymerrückgrat der photopolymerisierbaren Seitenkettenverbindungen basiert vorzugsweise auf C—C-Hauptketten, wobei insbesondere Poly- oder Oligovinyle und Poly- oder Oligoacrylate sowie deren Derivate eingesetzt werden können. Weiterhin bevorzugt sind auch Polymere bzw. Oligomere mit Heteroatomen in der Hauptkette, beispielsweise Poly- oder Oligoether, -ester, -amide, -imide, -urethane sowie -siloxane.

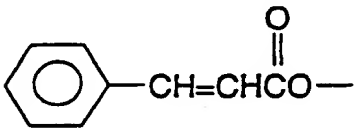
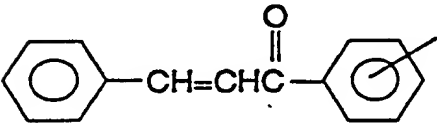
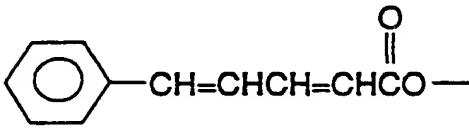
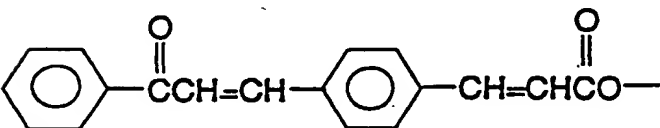
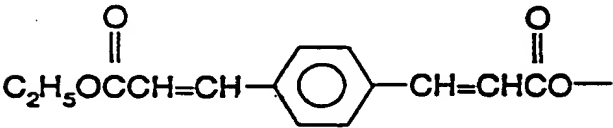
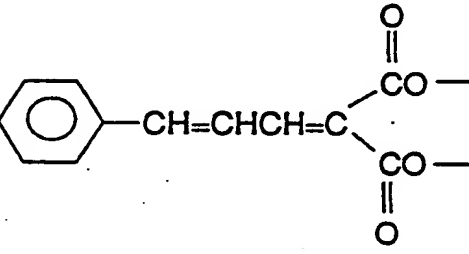
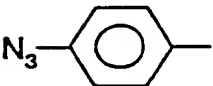
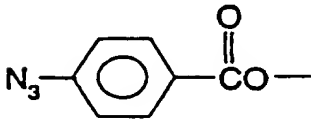
An das Polymerrückgrat —(P)— sind photopolymerisierbare Gruppen PPG direkt oder über einen Spacer Sp angehängt. Schematisch:

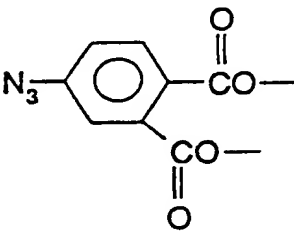
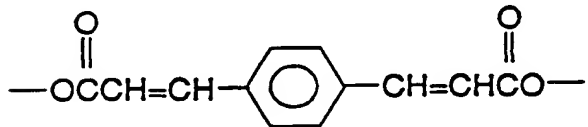
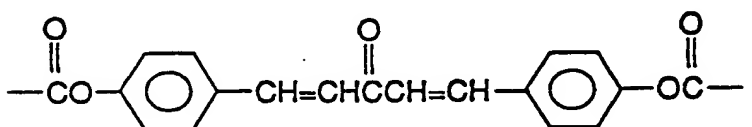
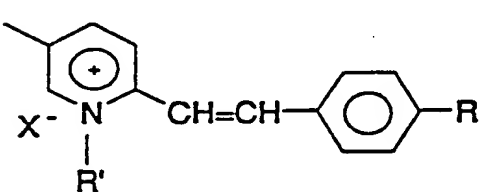
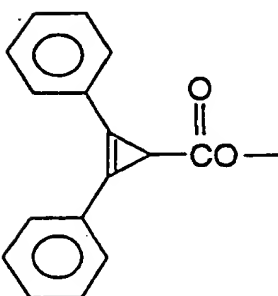


Sp-PPG

Beispiele für bevorzugte PPG's sind in der folgenden Übersicht 1 aufgeführt.

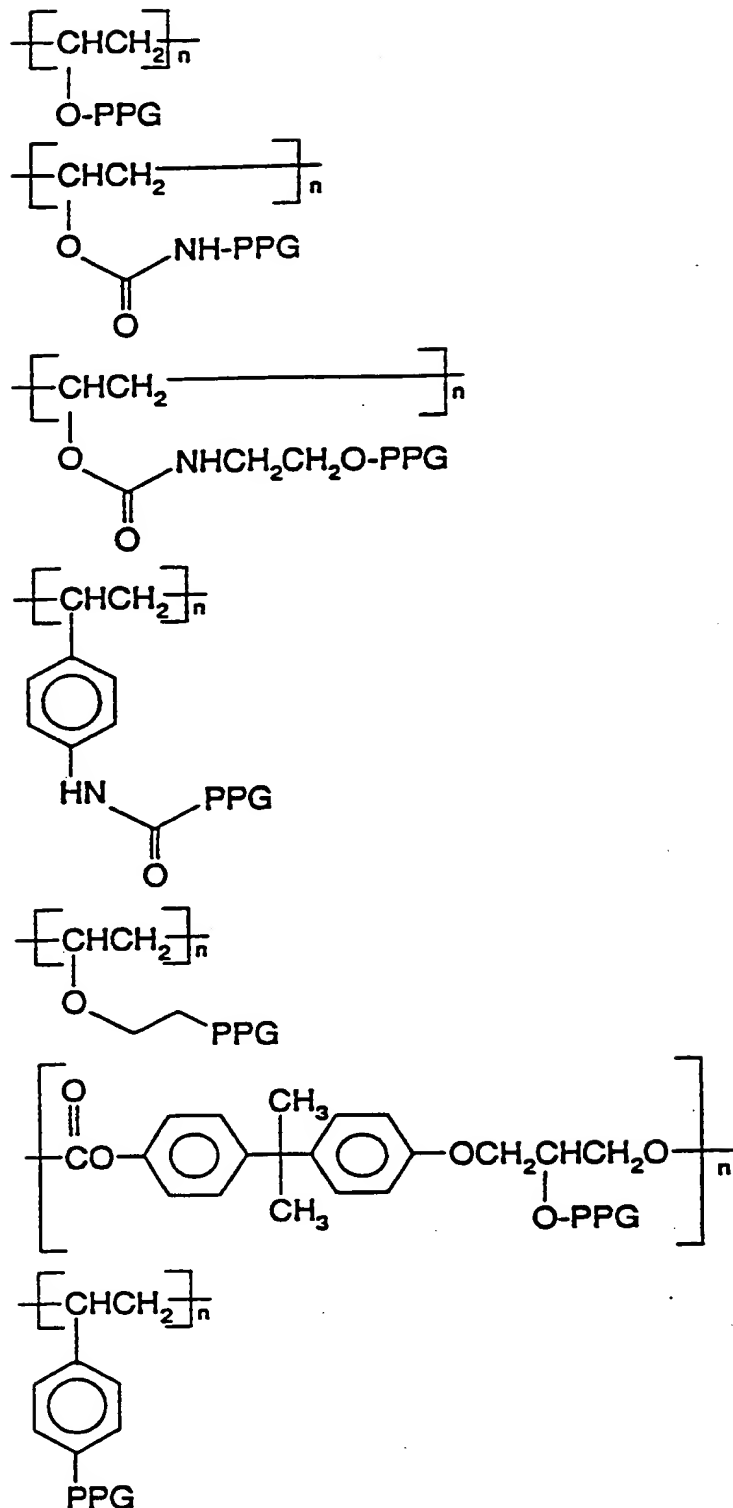
## Übersicht 1

5	PPG	Absorptions- maximum [nm]
10		250
15		275
20		304
25		338
30		320
35		326
45		260
50		274
55		
60		
65		

PPG	Absorptions- maximum [nm]	
	298	5
	320	10
	330	15
	250-680	20
	309	25

In der folgenden Übersicht 2 sind bevorzugte Beispiele für Polymerrückgrate  $-(P)-$  bzw. Gruppierungen  $-(P)-Sp-$  angegeben, wobei für PPG insbesondere die oben angegebenen Strukturen einzusetzen sind.

## Übersicht 2



Vorstehender Übersicht 2 sind auch einige Beispiele für geeignete Spacer-Gruppen Sp zu entnehmen.

Durch die Spacer-Gruppen Sp und die photopolymerisierbaren Gruppen PPG kann der Abstand zwischen benachbarten Vorzugslinien in der gehärteten Orientierungsschicht beeinflusst werden. Bei der oben angegebenen Verknüpfung benachbarter Oligomer- bzw. Polymerverbindungen durch den Zusatz bifunktioneller Agentien (Vernetzer) kann der Abstand benachbarter Vorzugslinien durch die Struktur des Vernetzermoleküls beeinflusst werden.



Die angegebenen Strukturen sind nur beispielhaft zu verstehen und sollen die Erfindung lediglich erläutern, ohne sie zu begrenzen. Der Fachmann kann leicht weitere zur Erzeugung linearer, in einem günstigen Abstand angeordneter Vorzugsrichtungen geeignete Verbindungen angeben.

Die Photooligomer- und/oder polymere des Precursors der Orientierungsschicht werden vorzugsweise in einem Lösungsmittel wie z. B. Methylenchlorid, Chlorbenzol, Toluol oder anderen Lösungsmitteln gelöst, wobei gegebenenfalls eine Vernetzkomponente und/oder auch weitere Zusätze wie z. B. Haftvermittler beigegeben werden können. Es ist auch möglich, die Komponenten des Precursors ohne Zusatz eines Lösungsmittels, gegebenenfalls unter leichter Erwärmung miteinander zu mischen.

Der Precursor wird anschließend auf das gegebenenfalls vorbeschichtete Substrat z. B. durch Rakeln und insbesondere durch Spin-Coating aufgebracht. Anschließend wird die Lösungsmittelkomponente vorzugsweise durch Erwärmen auf Temperaturen von z. B. 50–100°C entfernt. Die Dicke der Precursor-Schicht beträgt zwischen 20 und 300 und vorzugsweise zwischen 40 und 100 nm.

Danach wird die Precursor-Schicht mit linear polarisiertem Licht bestrahlt, wobei vorzugsweise monochromatisches Licht verwendet wird, welches an die maximale Absorptionswellenlänge der photopolymerisierbaren Gruppe bzw. Verbindung angepaßt ist.

Zur Erzeugung der multidirektionalen Struktur der Orientierungsschicht wird der Precursor mit linear polarisiertem Licht unter verschiedenen Azimutwinkeln  $\Phi$  bestrahlt. Dabei ist der Winkel  $\Phi$  einer zweiten Bestrahlungsrichtung bezogen auf eine erste Bestrahlungsrichtung der Winkel in der Substratebene, der sich ergibt, wenn die Bestrahlungsquellen jeweils mit der Mittelnormale des Substrates verbunden werden. Die Bestrahlung mit linear polarisiertem Licht unter verschiedenen Winkeln  $\Phi$  kann sowohl gleichzeitig als auch nacheinander, vorzugsweise jedoch gleichzeitig erfolgen. Durch das erfindungsgemäße Verfahren werden mehrere kontinuierliche Vorzugslinien erzeugt, die sich ohne weitere Strukturierung über das ganze Display erstrecken, während die von Schadt et al. in Jpn. J. Appl. Phys. 31(1992) 2155 vorgeschlagene Maskentechnik zur Erzeugung von Pixeln mit verschiedenem Twist führte.

Die den einzelnen Bestrahlungsrichtungen zugeordnete Bestrahlungsleistung kann sowohl gleichzeitig als auch verschieden gewählt werden, wodurch der relative Anteil der verschiedenen Vorzugsrichtungen an der Orientierungsschicht variiert werden kann. Die Bestrahlungsleistung beträgt typischerweise zwischen 5 und 50 mW/cm<sup>2</sup>, wobei jedoch auch Abweichungen von diesen Werten möglich sind. Die Bestrahlungsdauer beträgt in der Regel zwischen 1 min oder weniger und 60 min, insbesondere zwischen 1–5 min, wobei jedoch auch hier Abweichungen von diesen Werten möglich sind.

Es wurde gefunden, daß die Anordnung der linear polarisierten Lichtquellen bezüglich der Substratebene, welche durch den Höhenwinkel  $\Theta$  angegeben wird (Winkel zwischen Substratebene und Verbindungslinie Lichtquelle und Schnittpunkt der Mittel normalen mit der Substratebene), nicht sehr kritisch ist und in einem weiteren Bereich z. B. zwischen 10 und 90° (0° entspricht streifendem Lichteinfall) variiert werden kann. Auch der Pretiltwinkel der erfindungsgemäßen Orientierungsschichten, der typischerweise zwischen 0° und 5° liegt, kann durch die Variation des Höhenwinkels  $\Theta$  nur unwesentlich beeinflusst werden.

Es wurde weiter gefunden, daß die Stabilität der gehärteten Orientierungsschichten in der Regel verbessert werden kann, wenn der auf das Substrat aufgebrachte Precursor der Orientierungsschicht vor der Beaufschlagung mit linear polarisiertem Licht und/oder nach der Beaufschlagung mit linear polarisiertem Licht, mit unpolarisiertem Licht (Leistung z. B. 500–5000 mW/cm<sup>2</sup>) bestrahlt wird. Auch eine abschließende Wärmebehandlung der Orientierungsschicht bei Temperaturen zwischen 50 und 120°C und einer Behandlungsdauer zwischen 15 und einigen h ist i. a. vorteilhaft.

Die erfindungsgemäßen multidirektionalen Orientierungsschichten weisen vorzugsweise 2–15, insbesondere 2–8, besonders bevorzugt mindestens 2 und ganz besonders mindestens 3 Vorzugsrichtungen auf.

Die erfindungsgemäßen Orientierungsschichten werden bevorzugt zur Herstellung von Flüssigkristalldisplays verwendet. Anwendungen sind jedoch auch in der Mikrooptik, integrierten Optik, im Zusammenhang mit optischen Sensoren und an anderer Stelle möglich.

Besonders bevorzugt können die erfindungsgemäßen Orientierungsschichten zur Herstellung ferroelektrischer Flüssigkristalldisplays nach dem von Lagerwall angegebenen SSFLG-Prinzip verwendet werden. Die Flüssigkristallschicht weist eine SmC\*-Phase auf, wodurch die Flüssigkristallmoleküle an den Substratoberflächen einen Tiltwinkel von + $\Theta$  oder – $\Theta$  aufweisen. Diese oberflächeninduzierte Orientierung der Flüssigkristallmoleküle setzt sich wegen der sehr geringen Dicke der Flüssigkristallschicht von typischerweise weniger als 3  $\mu$ m durch die gesamte Flüssigkristallschicht fort, und man kann den Flüssigkristall zwischen 2 bistabilen Zuständen mit + $\Theta$  und – $\Theta$  schalten ("bookshelf geometry"). Es wurde gefunden, daß die Stabilität der beiden Schaltzustände erhöht werden kann, wenn die Substrate bidirektionale Orientierungsschichten aufweisen, deren beide Vorzugsrichtungen durch Bestrahlung mit 2 linear polarisierten Lichtquellen erhalten wurden, welche gegeneinander um einen Azimutwinkel von  $\Phi = 2\Theta$  verdreht sind. Es wurde gefunden, daß derartige ferroelektrische Displays eine deutlich erhöhte Stabilität gegenüber mechanischen Belastungen (Stoßfestigkeit) aufweisen als entsprechende Displays ohne bidirektionale Orientierungsschichten, wobei lediglich eine geringe und in jedem Fall akzeptable Erhöhung der Schaltspannung beobachtet wurde.

Bevorzugt sind weiter auch Flüssigkristalldisplays mit erfindungsgemäßen Orientierungsschichten, welche nematische oder cholesterische Flüssigkristalle enthalten.

Besonders bevorzugt ist etwa eine verdrehte nematische Zelle, die einen dotierten Flüssigkristall enthält, wobei die Pitchlänge des Flüssigkristalls stark temperaturabhängig sein kann. Die Substratplatten weisen eine multidirektionale Orientierung auf und zwingen dem Flüssigkristall bei einer bestimmten Temperatur in Abhängigkeit von der Dotierung einen bestimmten Twistwert auf. Bei einer Temperaturänderung ändert sich die Pitchlänge des Flüssigkristalls und der Twist springt diskret, wenn für die geänderte Pitchlänge  $p(T)$  durch die Orientierungsschichten ein energetisch bevorzugter Twistzustand definiert wird. Die Änderung des Twistes

bewirkt eine Transmissionsänderung, so daß die Anordnung als diskretes Thermometer arbeitet. Es stellt für den Fachmann eine ohne erfinderische Tätigkeit zu lösende Routineaufgabe dar, die Vorzugsrichtungen der multidirektionalen Orientierungsschichten, die Gesamtkonzentration des Dotierstoffes und seine Temperaturabhängigkeit so aneinander anzupassen, daß eine gewünschte Temperaturanzeige wie z. B. die Anzeige von 10 K-Sprüngen resultiert.

Die erfindungsgemäßen Orientierungsschichten werden vorzugsweise zur Herstellung von Flüssigkristalldisplays verwendet, wobei sie die Verbesserung herkömmlicher Displays und auch die Realisierung vollständig neuer Displays ermöglichen. Den erfindungsgemäßen Orientierungsschichten kommt daher eine erhebliche wirtschaftliche Bedeutung zu.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung multidirektionaler Orientierungsschichten, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein photohärtbarer Precursor der Orientierungsschicht, welcher eine oder mehrere, im wesentlichen lineare Photopolymere und/oder -oligomere enthält, auf ein Substrat aufgebracht und nachfolgend mit linear polarisiertem Licht unter 2 oder mehr verschiedenen Azimutwinkeln  $\Phi$  beaufschlagt wird.
2. Multidirektionale Orientierungsschicht, erhältlich gemäß dem Verfahren nach Anspruch 1.
3. Verwendung der multidirektionalen Orientierungsschicht nach Anspruch 2 zur Herstellung von elektrooptischen Flüssigkristallsystemen.
4. Elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallschicht zwischen Substraten, welche mit Elektroden- und darüber angeordneten Orientierungsschichten versehen sind, wobei zumindestens eine der Orientierungsschichten multidirektional orientiert ist.